

10081657  
9/24/04

(19)

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11) Publication number:

**1020020061412****A**(43) Date of publication of application:  
**24.07.2002**

(21) Application number:

**1020010002468**

(22) Date of filing:

**16.01.2001**

(71) Applicant:

**KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

(72) Inventor:

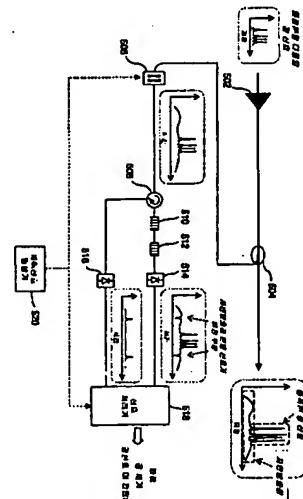
**CHOO, GWANG UK  
LEE, CHANG HUI  
LEE, SANG MUK**

(51) Int. Cl

**H04B 10/08****(54) APPARATUS FOR MEASURING WAVELENGTH OF OPTICAL SIGNAL, OPTICAL STRENGTH AND OPTICAL SIGNAL-TO-NOISE RATIO IN WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL COMMUNICATION****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** An apparatus for measuring a wavelength of an optical signal, an optical strength and an optical signal-to-noise ratio in a wavelength division multiplexing optical communication is provided to heighten an accuracy in measuring an optical strength and optical signal-to-noise ratio by measuring them by using a signal-band reflection optical filter.

**CONSTITUTION:** An optical amplifier(502) receives a wavelength division-multiplexed optical signal, amplifies it and outputs it together with a spontaneous emission light. As a band pass optical variable filter(506), a Fabry-Perot variable filter, an integrated optical device containing grid, a multi-layer thin film device, or an acousto-optic filter may be adopted. An optical circulator(508) includes three input/output terminals, of which input and output correspond clockwise. That is, when a light is inputted to an arbitrary terminal, it is output to the next terminal clockwise. An optical fiber Bragg grids(510,512) reflect a light corresponding to a grid period and pass a light of the remaining wavelength. In addition, the optical fiber Bragg grids(510,512) reflect only a particular wavelength component of the spontaneous emission light and outputs a spontaneous emission light discrimination



signal.

&copy; KIPO 2003

**Legal Status**

Date of request for an examination (20010116)

Final disposal of an application (registration)

Date of final disposal of an application (20030528)

Patent registration number (1003872880000)

Date of registration (20030530)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl. 7  
H04B 10/08

(11) 공개번호 특2002-0061412  
(43) 공개일자 2002년07월24일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 0002468  
(22) 출원일자 2001년01월16일

(72) 발명자  
이창희 대전광역시유성구신성동한울아파트110동102호  
추광옥 대전광역시서구둔산동908-1꿈나무아파트204동804호  
이상목 경상북도김천시감문면금라리526

(74) 대리인 이종일

### 식사청구 : 있음

(54) 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치

20

본 발명은 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치에 관한 것이다. 특히 파장분할 다중화된 광신호와 자연방출광 판별신호를 분리하여 각각 다른 광 검출기에서 검출하거나 혹은 신호대 역 반사 광 필터를 사용하여 광신호의 파장과 광 세기와 광 신호 대 잡음비를 측정하도록 함으로서 광 세기 및 광신호 대 잡음비 측정의 정확도를 높일 수 있다.

본 발명에 따르면 파장분할 다중화된 광신호를 증폭하는 동시에 자연방출광을 출력하는 광 증폭수단과; 상기 광 증폭수 단 출력의 소정 부분을 분기하는 분기수단과; 투과 파장이 제어신호에 따라 상기 분기수단의 출력광을 스캔(scan)하는 대역통과 광 가변필터수단과; 광 신호의 입력과 출력이 시계방향으로 회전하는 광 회전수단과; 상기 자연방출광의 특정 파장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력하는 반사수단과; 상기 수신된 광의 세기를 전기신호로 변환하는 광/전 변환수단과; 상기 광/전 변환수단으로부터 출력되는 상기 전기신호와 제어신호를 이용하여 광 신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 계산하는 신호 처리수단과; 상기 대역통과 광 가변필터수단과 상기 신호 처리수단에 제어신호를 제공하는 제어신호 발생수단을 포함한 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치가 제시된다.

대표도  
도 5

색인어  
광통신, 광증폭기, 파장분할 다중방식, 자연방출광, 광신호 대 잡음비, 광섬유 브래그 격자  
명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 기술에 따라 광 스펙트럼 분석기의 출력 화면에 나타난 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비의 광스펙트럼을 도시한 그래프

도 2는 종래의 기술에 따라  $2 \times 1$  광 스위치와, 기준 파장을 제공하기 위한 광대역 광원과 빗살모양 광 필터, 그리고 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면

도 3은 종래의 기술에 따라 파장분할 다중 커플러와, 파장분할 역다중 커플러와, 기준 파장을 제공하는 기준 광원, 그리고 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면

도 4는 종래의 기술에 따라 자연방출광 판별 신호를 제공하기 위한 광섬유 브래그 격자와 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면

도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 광 회전기(optical circulator)와, 자연판별광을 검출하기 위한 별도의 광 검출기를 사용하여 광신호들간의 간섭을 없앤 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면

도 6은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 신호대역 반사 광 필터(signal-band reflection optical filter)를 사용하여 광신호들간의 간섭을 줄인 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면

#### < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

202,302,404,504,604 :  $1 \times 2$  광 커플러 204 :  $2 \times 1$  광 스위치

206 : 빗살모양 광 필터 208 : 광대역 광원

210,308,414,506,616 : 대역통과 광 가변필터

212,312,314,416,514,516,618 : 광 검출기

214,318,420,520,622 : 제어신호 발생기 216 : 스위치조절기

218,316,418,518,620 : 신호처리기 304 : 기준광원

306 : 파장분할 다중 커플러 310 : 파장분할 역다중 커플러

402,502,602 : 광증폭기 406,412 :  $2 \times 1$  광 스위치

408,410,510,512,610,612 : 광섬유 브래그 격자

508,606 : 광 회전기 608 : 신호대역 반사 광 필터

614 : 광 종단기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 자연방출광 판별신호와 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중방식의 광통신에서 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 기술에 관한 것이다.

파장분할 다중방식은 기존 광섬유의 통신용량을 높일 수 있는 방식 중의 하나이다. 이러한 파장분할 다중방식 광통신 시스템의 안정성을 높이기 위해서는 광통신망 운영자가 파장분할 다중화된 각 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비(optical signal - to - noise ratio)를 측정하여 각 광신호의 전송 상태를 감시하여야 한다.

도 1은 기존의 회전하는 회절 격자를 갖고 있는 광 스펙트럼 분석기를 이용하여 4개의 파장이 분할 다중화된 광신호(광 신호 a, b, c, d)의 광 스펙트럼을 도시한 그래프도이다.

그 일례로서, 광신호 a의 광신호 대 잡음비에 대한 수학식은 아래와 같다.

수학식 1

$$\text{광신호 } a\text{의 광신호 대 잡음비} = \frac{\text{광신호 } a\text{의 광세기}}{\text{광신호 } a\text{의 잡음세기}}$$

따라서, 광신호 a의 광신호 대 잡음비를 측정하기 위해서는 광신호 a의 광 세기에 포함된 잡음 세기를 알아야 한다. 그려나, 이것은 어렵기 때문에 광신호 a의 주변 파장의 광 세기로부터 근사한 a의 잡음 세기를 구하고 이로부터 광신호 a의 광신호 대 잡음비를 측정한다.

기존의 광 스펙트럼 분석기는 측정 범위가 넓고 정밀도가 높은 장점이 있는 반면에 부피가 크고 고가이기 때문에 파장 분할 다중방식 광통신 시스템 감시를 위해 여러 곳에 설치해야 할 경우 그에 따른 고비용과 설치 공간의 확보에 있어 많은 어려움이 따른다.

상기와 같은 광 스펙트럼 분석기의 단점을 보완하기 위해 최근에 여러 가지의 방법이 다양하게 제시되고 있으며, 그 중에서 크기가 소형인 대역통과 광 가변필터와 광 검출기를 사용하여 비교적 저렴하게 파장분할 다중화된 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치가 각광을 받고 있는 실정이다.

도 2는 종래의 기술에 따라  $2 \times 1$  광 스위치와, 기준 파장을 제공하기 위한 광대역 광원과 빛살모양 광 필터, 그리고 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면이다. 이러한 방식은 1900 Centry Place, Suite 200, Atlanta, Georgia 30345, USA에 위치한 MICRON OPTICS, INC.라는 회사에서 판매하는 제품에 응용되었다.

도 2를 살펴 보면, 파장분할 다중화된 광신호의 일부분이  $1 \times 2$  광 커플러(202)에 의해 분기되어  $2 \times 1$  광 스위치(204)에 입력된다. 그 일 예로서 파장분할 다중화된 광신호의 광 스펙트럼이 도면에 도시되어 있다. 광대역 광원(208)은 넓은

은 범위의 파장 성분을 갖는 자연방출광을 출력하고, 빛살모양 광 필터(206)는 이러한 자연방출광을 입력받아 빛살모양 특정 파장열의 성분만을 통과시킨다. 그리고 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광은  $2 \times 1$  광 스위치(204)에 입력된다. 그 일 예로서 광대역 광원(208)의 광 스펙트럼과 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광의 스펙트럼이 도면에 도시되어 있다.

$2 \times 1$  광 스위치(204)의 스위칭 상태는 스위치 조절기(216)에 의해 결정되고  $2 \times 1$  광 스위치(204)를 통과한 광은 대역통과 광 가변필터(210)에 입력된다. 대역통과 광 가변필터(210)의 투과 파장은 제어신호 발생기(214)에서 출력되는 제어신호에 따라 움직인다.

만일 대역통과 광 가변필터(210)의 투과 파장이 순차적으로 증가하는 제어신호에 의해 비례적하여 움직이고 대역통과 광 가변필터(210)를 통과한 광이 광 검출기(212)에 수신되어 광 세기에 비례하는 전기신호로 변환되는 경우  $2 \times 1$  광 스위치(204)의 스위칭 상태에 따라 파장분할 다중화된 광신호의 광 스펙트럼 또는 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광의 스펙트럼과 비슷한 모양의 전기신호가 광 검출기(212)로부터 시간축을 따라 출력된다. 그리고 광 검출기(212)에서 출력되는 전기신호는 스위치 조절기(216)로부터 제공되는 스위치 제어신호와, 제어신호 발생기(214)로부터 제공되는 제어신호와 함께 신호처리기(218)에 입력된다.

이어서, 도 2의 측정원리를 살펴보면 다음과 같다. 첫 단계로, 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광이 대역통과 광 가변필터(210)에 입력될 수 있도록  $2 \times 1$  광 스위치(204)의 스위칭 상태가 결정, 유지된다. 그리고 대역통과 광 가변필터(210)는 인가되는 제어신호에 따라 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광을 스캔(scan)한다.

신호처리기(218)는 빛살모양 광 필터(206)를 통과한 광의 스펙트럼과 비슷한 모양의 전기신호를 스캔 시간에 따라 광 검출기(212)로부터 입력받은 후 전기신호의 피크들의 위치를 찾아 그에 대응하는 제어신호의 크기값들을 알아낸다. 이 때 각 피크들의 위치는 빛살모양 광 필터(206)에 의해 결정되기 때문에 이것을 알면 파장분할 다중화된 광신호의 파장을 측정할 때 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(210)의 오프셋(offset)값을 보정하는 데 사용된다.

다음 단계로, 파장분할 다중화된 광신호가 대역통과 광 가변필터(210)에 입력되게  $2 \times 1$  광 스위치(204)의 스위칭 상태가 결정, 유지된다. 위와 마찬가지로, 대역통과 광 가변필터(210)는 인가되는 제어신호에 따라 파장분할 다중화된 광신호의 광 스펙트럼을 스캔한다. 신호처리기(218)는 파장분할 다중화된 광신호의 광 스펙트럼과 비슷한 모양의 전기신호를 스캔 시간에 따라 광 검출기(212)로부터 입력받은 후 전기신호의 피크들의 위치를 찾아 그에 대응하는 제어신호값들을 알아낸다.

그리고 전 단계에서 측정한 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(210)의 오프셋값을 참조하여 파장분할 다중화된 각 광신호의 파장을 측정한다. 또한, 신호처리기(218)는 광 검출기(212)의 감도(responsivity)값을 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 광 세기를 측정하고, 파장분할 다중화된 광신호의 주변파장의 광 세기로부터 파장분할 다중화된 광신호의 광신호 대 잡음비를 측정한다.

그러나 이러한 방법은 능동 광소자인  $2 \times 1$  광 스위치와 광대역 광원을 필요로 하기 때문에 내구성과 안정성이 우려된다는 단점이 있다.

도 3은 종래의 기술에 따라 파장분할 다중 커플러와, 파장분할 역다중 커플러와, 기준 파장을 제공하는 기준 광원, 그리고 대역통과 광 가변필터를 사용하여 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 도면이다. 이러한 방식은 1 Fortuen Drive, Billerica, MA 01821, USA에 위치한 AXSUN Technologies Inc.라는 회사에서 특허를 출원하고 판매하는 장치에 응용되었다.

기준 광원(304)은 파장분할 다중화된 광신호와 다른 파장의 광을 출력하는데, 이것은 도 2와 유사한 방법으로 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(308)의 오프셋을 알아내는데 사용된다.

그 측정원리는 다음과 같다.  $1 \times 2$  광 커플러(302)에 의해 분기된 광장분할 다중화된 광신호가 기준 광원(304)에서 출력된 광과 함께 광장분할 다중 커플러(306)에 입력되어 합쳐진 후 대역통과 광 가변필터(308)로 입력된다. 그 일 예로서 광장분할 다중화된 광신호의 광 스펙트럼이 도면에 도시되어 있다. 그리고 인가되는 제어신호에 따라 대역통과 광 가변필터(308)가 광장분할 다중 커플러(306)에서 출력된 광을 스캔한다.

대역통과 광 가변필터(308)를 통과한 광은 파장분할 역다중 커플러(310)에 의해 파장분할 다중화된 광신호와 기준 광 원(304)에서 출력된 광으로 분리되고 이들은 각각 서로 다른 광 검출기(312, 314)에 입력된다. 신호처리기(316)는 각각의 광 검출기(312, 314)로부터 출력된 전기신호를 입력받아 도 2와 유사한 방법으로 파장분할 다중화된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호대 잡음비를 측정한다.

도 3에서는 도 2의 방법과 달리 파장분할 다중화된 광신호와 기준 광원(304)에서 출력된 광을 동시에 스캔하고 파장 분할 다중 커플러(306)와 파장분할 역다중 커플러(310), 그리고 별도의 광 검출기(314)를 사용하여 분리 검출하기 때문에 2 x 1 광 스위치를 사용할 필요없이 기준 광원(304)에서 출력된 광을 기준삼아 인가된 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(308)의 오프셋 값을 알 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 방법도 도 2의 방법과 같이 능동 광소자와 기준 광원을 필요로 하기 때문에 내구성과 안정성이 우려된다는 단점이 있다.

도 4는 도 2와 3에서의 단점인 능동 광소자의 사용을 배제하기 위해 발명된 종래의 기술로서, 2000년 5월 17일 제 7 회 광전자 및 광통신 학술회의에 발표되었다 (추 광육, 박 근열, 이 상배, 오 윤제, 이 창희, 신 상영, "WDM 광통신을 위한 새로운 광 채널 분석기", FC2 - 19P, pp. 293, 2000). 이 방법은 광통신 시스템에서 광섬유 광신호의 손실을 보상하기 위해 필수적으로 사용되는 광 증폭기에서 출력되는 자연방출광을 이용하여 별도의 능동 광소자인 광원을 사용하지 않는다. 그리고 가격이 저렴한 광섬유 브래그 격자만을 이용하여 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터의 오프셋 값을 알아낸다.

이어서, 그 측정원리를 살펴보면 다음과 같다. 파장분할 다중화된 광신호가 광 증폭기(402)에 입력되는데, 일반적으로 광 증폭기(402)는 파장분할 다중화된 광신호를 증폭하는 동시에 자연방출광도 출력한다. 그 일 예로서 광 증폭기(402)가 어븀 첨가 광섬유 증폭기(erium - doped fiber amplifier)인 경우 증폭되어 나오는 파장분할 다중된 광신호와 자연방출광의 광 스펙트럼을 도면에 도시하였다.

광증폭기(402)에서 출력된 광은  $1 \times 2$  광 커플러(404)에 의해 분기되어  $2 \times 1$  광 커플러(406)를 통해 연속된 2개의 광섬유 브래그 격자(408,410)에 입력된다. 광섬유 브래그 격자(408,410)는 입력되는 광신호 중에서 격자 주기에 대응하는 파장성분은 반사하고 나머지는 통과시키는 특징이 있다.

따라서 반사된 광은 광섬유 브래그 격자(408,410)의 반사파장과 일치하는 파장을 갖고, 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(414)의 오프셋 값을 알아내는데 사용되는 자연방출광 판별신호로서의 역할을 한다. 그 일 예로서 자연방출광 판별신호의 광 스펙트럼과 자연방출광 판별신호 부분이 빠진 나머지의 광 스펙트럼이 도면에 도시되어 있다.

자연방출광 판별신호는  $2 \times 1$  광 커플러(406)를 통해 분기되어  $2 \times 1$  광 커플러(412)에 입력되는 한편, 연속된 2개의 광섬유 브래그 격자(408, 410)를 통과한 광도  $2 \times 1$  광 커플러(412)에 입력된다. 그리고  $2 \times 1$  광 커플러(412)는 입력되는 두 광을 합하는데, 연속된 2개의 광섬유 브래그 격자(408, 410)를 통과한 광보다 자연방출광 판별신호를 많이 출력되게 합하면 도 4에 도시된 바와 같이  $2 \times 1$  광 커플러(412)에 의해 합쳐진 광의 스펙트럼에 자연방출광 판별신호가 나타난다.  $2 \times 1$  광 커플러(412)에서 출력된 광은 대역통과 광 가변필터(414)에 입력되고, 제어신호 발생기(420)에서 출력되는 제어신호에 따라 대역통과 광 가변필터(414)의 투과파장이 움직이면서  $2 \times 1$  광 커플러(412)에서 출력된 광을 스캔한다.

만일 대역통과 광 가변필터(414)의 투과파장이 순차적으로 증가하는 제어신호에 의해 비례하여 움직이고 대역통과 광 가변필터(414)를 통과한 광이 광 검출기(416)에 수신되어 광 세기에 비례하는 전기신호로 변환되는 경우  $2 \times 1$  광 커플러(412)에서 출력된 광의 광 스펙트럼과 비슷한 모양의 전기신호가 광 검출기(416)로부터 시간축을 따라 출력된다. 그리고 광 검출기(416)로부터 시간에 따라 출력되는 전기신호는 제어신호 발생기(420)로부터 제공되는 제어신호와 함께 신호처리기(418)에 입력된다. 그 일 예로서 광 검출기(416)에서 출력된 전기신호의 그래프가 도면에 도시되어 있다.

신호처리기(418)는 제어신호를 참조하여 광 검출기(416)로부터 입력된 전기신호에 나타난 파장분할 다중화된 광신호와 자연방출광 판별신호를 찾아 구분한다. 자연방출광 판별신호의 파장은 광섬유 브래그 격자들(408,410)의 반사파장과 일치하기 때문에 시간축 상에서의 자연방출광 판별신호와 광신호의 위치정보를 이용하면 자연방출광 판별신호의 파장으로부터 파장분할 다중화된 각 광신호의 파장을 측정할 때 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(414)의 오프셋값을 보정할 수 있다.

또한, 신호처리기(418)는 광 검출기(416)의 감도값을 이용하여 파장분할 다중화된 광신호의 광 세기를 측정할 수 있다. 또한, 파장분할 다중화된 광신호의 주변파장의 광 세기를 측정하여 파장분할 다중화된 광신호의 광신호 대 잡음비를 측정한다.

이러한 방법에서는 광통신 시스템에서 광섬유 광신호의 손실을 보상하기 위해 필수적으로 사용되는 광 증폭기에서 출력되는 자연방출광을 사용하여 별도의 능동 광소자인 광원을 없애고, 그리고 가격이 저렴한 광섬유 브래그 격자(408, 410)만을 이용하여 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터의 오프셋 값을 알아낸다는 장점이 있다.

그러나, 이러한 방법에서는 광 세기와, 광신호 대 잡음비의 측정오차가 광섬유 브래그 격자의 성능에 의해 영향을 받는다는 단점이 있다.

만일 광섬유 브래그 격자(408,410)에서 자연방출광 판별신호로 쓰이는 광 외에 파장분할 다중화된 광신호가 반사될 경우 반사된 파장분할 다중화된 광신호는  $2 \times 1$  광 커플러(412)에서 연속된 2개의 광섬유 브래그 격자를 통과한 파장분할 다중화된 광신호와 합쳐진다.

이때 광섬유 브래그 격자(408,410)에서 반사된 파장분할 다중화된 광신호와 광섬유 브래그 격자들을 통과한 파장분할 다중화된 광신호는 서로 다른 경로를 통해서  $2 \times 1$  광 커플러(412)에 입력되므로 간섭이 생기게 된다. 그래서 보강 간섭 일 경우 광 검출기에서 수신된 광 세기가 실제보다 커지게 되고, 상쇄 간섭일 경우 실제보다 작아지게 되어 측정오차가 발생한다. 그 결과 광신호 대 잡음비 측정에도 오차가 발생한다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 것으로서 본 발명은 파장분할 다중화된 광신호와 자연방출광 판별신호를 분리하여 각각 다른 광 검출기에서 검출하거나 혹은 신호대역 반사 광 필터를 사용하여 광신호의 파장과 광 세기와 광 신호 대 잡음비를 측정하도록 함으로써 광 세기 및 광신호 대 잡음비 측정의 정확도를 높일 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 기술적 사상으로서 본 발명은

파장분할 다중화된 광신호를 증폭하는 동시에 자연방출광을 출력하는 광 증폭수단과;

상기 광 증폭수단 출력의 소정 부분을 분기하는 분기수단과;

투과 파장이 제어신호에 따라 움직이며, 상기 분기수단의 출력광을 스캔하는 대역통과 광 가변필터수단과;

광신호의 입력과 출력이 시계방향으로 회전하는 광 회전수단과;

상기 자연방출광의 특정 파장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력하는 반사수단과;

상기 수신된 광의 세기를 전기신호로 변환하는 광/전 변환수단과;

상기 광/전 변환수단으로부터 출력되는 상기 전기신호와 제어신호를 이용하여 광 신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 계산하는 신호 처리수단과;

상기 대역통과 광 가변필터수단과 상기 신호 처리수단에 제어신호를 제공하는 제어신호 발생수단을 포함한 것을 특징으로 하는 광장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치가 제공된다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 실시예에 대한 구성 및 작용을 첨부한 도면을 참조하면서 상세히 설명하기로 한다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 것이다.

도 5를 살펴보면, 광 증폭기(502)와,  $1 \times 2$  광 커플러(504)와, 대역통과 광 가변필터(506)와, 광 회전기(508)와, 두 개의 광섬유 브래그 격자(510,512)와, 두개의 광 검출기(514,516)와, 신호 처리기(518)와, 제어신호 발생기(520)로 구성되어 있다.

광 증폭기(502)는 광장분할 다중된 광신호를 입력받아 증폭하는 동시에 자연방출광과 함께 출력한다. 이 때, 광 증폭기(502)로서 회토류 첨가 광섬유 증폭기와, 반도체 광 증폭기와, 라만(Raman) 광 증폭기 등이 사용될 수 있다.

대역통과 광 가변필터(506)에는 패브리 페롯(Fabry - Perot) 가변필터와, 격자를 포함하는 집적 광학소자와, 다층 박막소자와, 음향광학필터(acousto - optic filter) 등이 적용될 수 있다.

광회전기(508)는 세 개의 입출력 단자를 갖고 있는데 입력과 출력이 시계방향으로 대응되는 특징을 갖는다. 즉, 임의의 단자로 광이 입력되면 항상 시계방향의 다음 단자로 출력된다. 그러나 상기 광회전기(508) 대신에  $2 \times 1$  광 커플러를 사용하여도 같은 효과를 얻을 수 있다.

광섬유 브래그 격자(510,512)는 격자 주기에 대응하는 파장의 광은 반사하고 나머지 파장의 광은 통과시킨다. 또한 자연방출광의 특정 파장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력시킨다. 이 때, 광섬유 브래그 격자(510,512) 대신에 격자를 포함한 접적광학소자를 사용할 수도 있다.

이어서 본 밤에 따를 장치의 작용 및 효과에 대하여 살펴보기로 한다.

광 증폭기(502)는 파장분할 다중화된 광신호를 입력받아 증폭하고 자연방출광과 함께 출력한다. 그 일 예로서 광 증폭기(502)가 어븀 첨가 광섬유 증폭기(erbium - doped fiber amplifier)인 경우 증폭되어 나오는 파장분할 다중화된 광 신호와 자연방출광의 광 스펙트럼을 도면에 도시하였다. 광 증폭기(502)에서 출력된 광은  $1 \times 2$  광 커플러(504)를 통해 부기되어 대역통과 광 가변필터(506)에 입력된다.

대역통과 광 가변필터(506)의 투과 파장은 제어신호 발생기(520)에서 출력되는 제어신호에 따라 움직이면서 1×2 광 캐플러(504)에서 출력된 광을 스캔한다.

대역통과 광 가변필터(506)를 통과한 광은 광 회전기(508)를 통해서 연속인 2개의 광섬유 브래그 격자(510,512)에 입력된다. 광섬유 브래그 격자(510,512)는 격자 주기에 대응하는 파장의 광은 반사하고 나머지 파장 성분은 통과시킨다. 이 때 반사된 광이 자연방출광 판별신호의 역할을 하게 된다. 광섬유 브래그 격자(510,512)에서 반사되어 생긴 자연방출광 판별신호는 광 회전기(508)를 통해서 광 검출기(516)에 수신된다.

그리고 연속인 2개의 광섬유 브래그 격자(510,512)에서 반사되지 않은 나머지 파장 성분은 또 다른 광 검출기(514)에 수신된다. 두 개의 광 검출기(514,516)는 수신된 광의 광 세기를 스캔 시간에 따라 각각 전기신호로 변환하여 출력하고, 변환된 두 전기신호는 제어신호 발생기(520)로부터 제공되는 제어신호와 함께 신호처리기(518)에 입력된다.

신호처리기(518)는 광 검출기(516)로부터 입력된 전기신호의 시간축 상에서 자연방출광 판별신호의 위치를 찾아낸다. 이 때, 자연방출광 판별신호의 파장은 광섬유 브래그 격자들(510,512)의 반사 파장과 동일하다.

신호처리기(518)는 또 다른 광 검출기(514)로부터 입력된 전기신호의 시간축 상에서 파장분할 다중된 광신호의 위치를 알아낸다. 그리고 앞에서 알아낸 자연방출광 판별신호의 시간축 상에서의 위치를 이용하여 파장분할 다중된 각 광신호의 파장을 측정할 때 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(506)의 오프셋값을 보정할 수 있다. 또한, 신호처리기(518)는 광 검출기(514)의 감도값을 이용하여 파장분할 다중된 광신호의 광 세기를 측정하고, 파장분할 다중된 각 광신호의 주변파장의 광 세기를 측정하여 광신호의 광신호 대 잡음비를 측정한다.

이러한 방법에서는 광섬유 브래그 격자(510,512)에서 반사된 파장분할 다중화된 광신호가 광섬유 브래그 격자(510,512)를 통과한 파장분할 다중된 광신호와 다시 합쳐지기 않기 때문에 광 세기 및 광신호 대 잡음비 측정오차가 발생하지 않는다.

그리고 파장 측정의 정확도를 더 높이고자 할 경우 상기의 광섬유 브래그 격자(510,512)외에 파장분할 다중된 광신호 사이의 자연방출광을 반사하는 광섬유 브래그 격자를 상기한 광 회전기(508)와 광 검출기(514)사이에 추가하여 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터의 오프셋을 더 정확하게 알아내면 된다.

도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 파장분할 다중된 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치를 도시한 것이다.

도 6를 살펴 보면 광 증폭기(602)와, 1×2 광 커플러(604)와, 광 회전기(606)와, 신호대역 반사 광 필터(608)와, 2개의 광섬유 브래그 격자(610,612)와, 광 종단기(614)와, 대역통과 광 가변필터(616)와, 광 검출기(618)와, 신호 처리기(620)와, 제어신호 발생기(622)로 구성되어 있다.

광 증폭기(602)는 파장분할 다중된 광신호를 증폭할 뿐만 아니라 자연방출광도 함께 출력한다. 이 때, 광 증폭기(602)로서 회토류 첨가 광섬유 증폭기와, 반도체 광 증폭기와, 라만(Raman) 광 증폭기 등이 사용될 수 있다.

광 회전기(606)는 세개의 입출력 단자를 갖고 있는데 입력과 출력이 시계방향으로 대응되는 특징을 갖는다. 즉, 임의의 단자로 광이 입력되면 항상 시계방향의 다음 단자로 출력된다. 그러나 상기한 광 회전기(606) 대신에 2×1 광 커플러를 사용하여도 같은 효과를 얻을 수 있다.

신호대역 반사 광 필터(608)는 파장분할 다중화된 광신호 대역의 파장은 반사하고 나머지 대역은 통과시킨다.

광섬유 브래그 격자(610,612)는 격자 주기에 대응하는 파장의 광은 반사하고 나머지 파장의 광은 통과시킨다. 또한 자연방출 광의 특정 파장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력시킨다. 이 때, 광섬유 브래그 격자(610,612)로는 격자를 포함한 집적광학소자를 사용할 수도 있다.

광 종단기(614)는 입력 광을 전혀 반사하지 않고 완전히 소멸시킨다.

대역통과 광 가변필터(616)에는 패브리 패롯(Fabry - Perot) 가변필터와, 격자를 포함하는 집적 광학소자와, 다층 박막소자와, 음향광학필터(acousto - optic filter) 등이 적용될 수 있다.

이어서 본 발명에 따른 장치의 작용 및 효과는 다음과 같다.

광 증폭기(602)는 파장분할 다중된 광신호를 입력받아 증폭하고 자연방출광과 함께 출력한다. 일 예로서 광 증폭기(602)가 어븀 첨가 광섬유 증폭기(erbium - doped fiber amplifier)인 경우 증폭되어 나오는 파장분할 다중된 광신호와 자연방출광의 광스펙트럼을 도면에 도시하였다.

광 증폭기(602)에서 출력된 광은  $1 \times 2$  광 커플러(604)를 통해 분기되어 광 회전기(606)를 통해 신호대역 반사 광 필터(608)에 입력된다. 광 회전기(606)로부터 입력된 광 중 신호대역에 포함되는 부분은 신호 대역 반사 광 필터(608)에 의해 반사되고, 나머지는 그대로 통과한다. 그 일 예로서 신호대역 반사 광 필터(608)에 의해서 반사된 광과 신호대역 반사 광 필터를 통과한 광의 광 스펙트럼을 각각 도면에 도시하였다.

신호대역 반사 광 필터(608)를 통과한 광은 연속된 2개의 광섬유 브래그 격자들(610,612)에 입력된다. 광섬유 브래그 격자(610,612)는 입력되는 광 중 광섬유 브래그 격자(610,612)의 반사파장과 일치하는 부분은 반사하고 나머지는 통과시킨다. 이 때, 반사된 광은 자연방출광 판별신호가 된다. 그 일 예로서 자연방출광 판별신호가 빠진 나머지의 광 스펙트럼이 도면에 도시되어 있다. 광섬유 브래그 격자(610,612)를 통과한 신호는 광 종단기(614)에 입력되는데 광 종단기(614)는 입력되는 광을 전혀 반사하지 않기 때문에 광섬유 브래그 격자(610,612)를 통과한 광은 완전히 소멸된다.

광섬유 브래그 격자들(610,612)에서 반사된 자연방출광 판별신호는 신호대역 반사 광 필터(608)를 다시 통과한 후에 시호대역 반사 광 필터(608)에서 반사된 광과 합쳐진다. 일 예로서 합쳐진 광의 광 스펙트럼을 도면에 도시하였다.

합쳐진 광은 광 회전기(606)을 통해 대역통과 광 가변필터(616)에 입력되고, 제어신호 발생기(622)에서 출력되는 제어신호에 따라 대역통과 광 가변필터(616)의 투과 파장이 움직이면서 광 회전기(606)에서 출력된 광을 스캔한다.

만일 대역통과 광 가변필터(616)의 투과 파장이 순차적으로 증가하는 제어신호에 의해 비례적하여 움직이고 대역통과 광 가변필터(616)를 통과한 광이 광 검출기(618)에 수신되어 광 세기에 비례하는 전기신호로 변환되면 광 회전기(606)에서 출력된 광의 광 스펙트럼과 비슷한 모양의 전기신호가 광 검출기(618)로부터 시간에 따라 출력된다. 그리고 광 검출기(618)에서 출력되는 전기신호는 제어신호 발생기(622)로부터 제공되는 제어신호와 함께 신호처리기(620)에 입력된다. 일 예로서 시간에 따라 광 검출기(618)에서 출력된 전기신호의 그래프가 도면에 도시되어 있다.

신호처리기(620)는 제어신호를 참조하여 광 검출기(618)로부터 입력된 전기신호에 나타난 파장분할 다중된 광신호와 자연방출광 판별신호를 찾아 구분한다. 자연방출광 판별신호의 파장은 광섬유 브래그 격자들(610,612)의 반사파장과 일치하기 때문에 시간축 상에서의 자연방출광 판별신호와 광신호의 위치정보를 이용하면 자연방출광 판별신호의 파장으로부터 파장분할 다중된 각 광신호의 파장을 측정할 때 인가되는 제어신호에 대한 대역통과 광 가변필터(616)의 오프셋값을 보정할 수 있다. 또한, 신호처리기(620)는 광 검출기(618)의 감도값을 이용하여 파장분할 다중된 광신호의 광 세기를 측정할 수 있다. 또한, 파장분할 다중된 광신호의 주변파장의 광 세기를 측정하여 파장분할 다중된 광신호의 광 세기를 측정할 수 있다. 또한, 광신호 대 잡음비를 측정한다.

이러한 방법에서는 신호대역 반사 광 필터(608)에 의해 파장분할 다중된 광신호가 이미 반사가 되기 때문에 광섬유 브래그 격자에 입력되는 파장분할 다중된 광신호가 없다. 가령 파장분할 다중된 광신호가 신호대역 반사 광 필터(608)에

서 100% 반사되지 않고 광섬유 브래그 격자에 입력되더라도 광섬유 브래그 격자에서 반사되는 비율이 적을 뿐만 아니라 신호대역 반사 광 필터(608)에서 대부분 반사되기 때문에 광섬유 브래그 격자에서 반사된 광장분할 다중된 광신호에 의한 간섭은 거의 생기지 않는다.

### 발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명에 의한 광장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치에 따르면 다음과 같은 이점이 있다.

첫째, 종래의 문제점이었던 능동 광소자 사용을 필요로 하지 않는다.

둘째, 종래의 기술(도 4의 문제점)에서 광섬유 브래그 격자에서 광장분할 다중화된 광신호가 반사될 경우 생기는 광세기 및 광신호 대 잡음비 측정오차 문제를 본 발명의 도 5에서는 광장분할 다중화된 광신호와 자연방출광 판별신호를 분리하여 서로 다른 광 검출기에서 검출하여 해결할 수 있다. 또한 도 6의 방법에서는 신호대역 반사 광 필터를 사용하여 도 4의 문제점을 해결할 수 있다. 따라서 광 세기 및 광신호 대 잡음비 측정의 정확도를 높일 수 있다.

이상에서 본 발명에 대한 기술 사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자이면 누구나 본 발명의 기술 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

광장분할 다중화된 광신호를 증폭하는 동시에 자연방출광을 출력하는 광 증폭수단과;

상기 광 증폭수단 출력의 소정 부분을 분기하는 분기수단과;

투과 광장이 제어신호에 따라 상기 분기수단의 출력광을 스캔하는 대역통과 광 가변필터수단과;

광 신호의 입력과 출력이 시계방향으로 회전하는 광 회전수단과;

상기 자연방출광의 특정 광장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력하는 반사수단과;

상기 수신된 광의 세기를 전기신호로 변환하는 광/전 변환수단과;

상기 광/전 변환수단으로부터 출력되는 상기 전기신호와 제어신호를 이용하여 광 신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 계산하는 신호 처리수단과;

상기 대역통과 광 가변필터수단과 상기 신호 처리수단에 제어신호를 제공하는 제어신호 발생수단을 포함한 것을 특징으로 하는 광장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 광 증폭수단은 회토류 첨가 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 광장분할 다중방식 광통신에 서 광신호의 광장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 광 증폭수단은 반도체 광 증폭기인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 4.

청구항 1에 있어서, 상기 광 증폭수단은 라만 (Raman) 광 증폭기인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 5.

청구항 1에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터 수단은 패브리 페롯(Fabry - Perot) 가변필터인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 6.

청구항 1에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터 수단은 격자를 포함하는 집적광학소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 7.

청구항 1에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터 수단은 다층박막소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 8.

청구항 1에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터 수단은 음향 광학 필터(acousto - optic filter) 인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 9.

청구항 1에 있어서, 상기 광 회전수단을 대체하여  $2 \times 1$  광 커플러를 사용하는 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 10.

청구항 1에 있어서, 상기 반사수단은 광섬유 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 11.

청구항 1에 있어서, 상기 반사수단은 격자를 포함한 집적광학소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 12.

파장분할 다중화된 광신호를 증폭하는 동시에 자연방출광을 출력하는 광 증폭수단과;

상기 광 증폭수단 출력의 소정 부분을 분기하는 분기수단과;

상기 파장분할 다중화된 광신호가 사용되는 파장 신호대역의 광을 반사시키고, 나머지 파장 신호대역의 광을 통과시키는 신호대역 반사 광 필터수단과;

상기 자연방출광의 특정 파장 성분만을 반사하여 자연방출광 판별신호를 출력하는 반사수단과;

상기 투과 파장이 제어신호에 따라 상기 신호대역 반사 광 필터수단에서 반사된 파장분할 다중화된 광신호와 상기 반사 수단에서 출력된 자연방출광 판별신호가 합쳐진 광을 스캔하는 대역통과 광 가변필터수단과;

상기 대역통과 광 가변필터수단에서 출력되는 광의 세기를 전기신호로 변환하는 광/전 변환수단과;

상기 광/전 변환수단으로부터 출력되는 상기 전기신호와 제어신호를 이용하여 광 신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 계산하는 신호 처리수단과;

상기 대역통과 광 가변필터수단과 신호처리수단에 제어신호를 제공하는 제어신호 발생수단을 포함한 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 13.

청구항 12에 있어서, 상기 광 증폭수단은 회토류 첨가 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 14.

청구항 12에 있어서, 상기 광 증폭수단은 반도체 광 증폭기인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 15.

청구항 12에 있어서, 상기 광 증폭수단은 라만 (Raman) 광 증폭기인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 16.

청구항 12에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터수단은 패브리 페롯 (Fabry - Perot) 가변필터인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 17.

청구항 12에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터수단은 격자를 포함하는 집적광학소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 18.

청구항 12에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터수단은 다층박막소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

#### 청구항 19.

청구항 12에 있어서, 상기 대역통과 광 가변필터수단은 음향 광학 필터 (acousto - optic filter) 인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

**청구항 20.**

청구항 12에 있어서, 상기 광 회전수단으로  $2 \times 1$  광 커플러를 사용하는 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

**청구항 21.**

청구항 12에 있어서, 상기 반사수단을 통과한 파장분할 다중화된 광신호와 자연방출광 판별신호가 빠진 광을 반사하지 않고 소멸시키는 광 종단기를 더 포함한 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

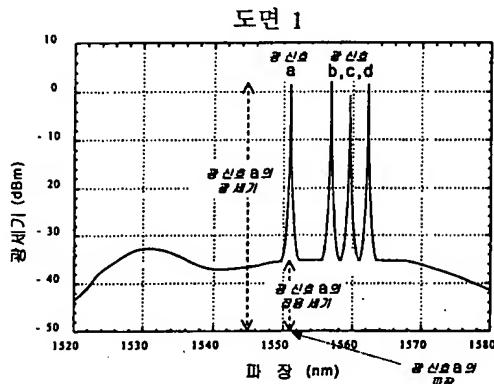
**청구항 22.**

청구항 12에 있어서, 상기 반사수단은 반사파장이 광섬유 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

**청구항 23.**

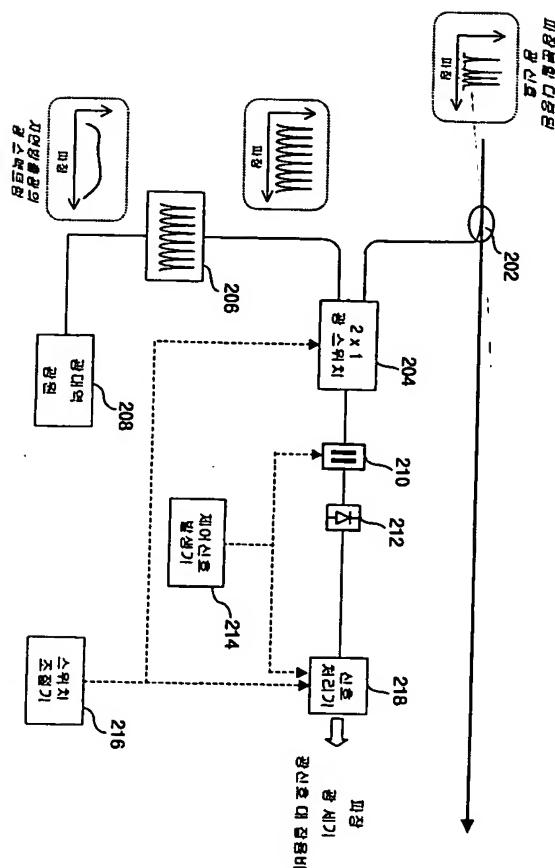
청구항 12에 있어서, 상기 반사수단은 격자를 포함한 집적광학소자인 것을 특징으로 하는 파장분할 다중방식 광통신에서 광신호의 파장과 광 세기와 광신호 대 잡음비를 측정하는 장치.

도면

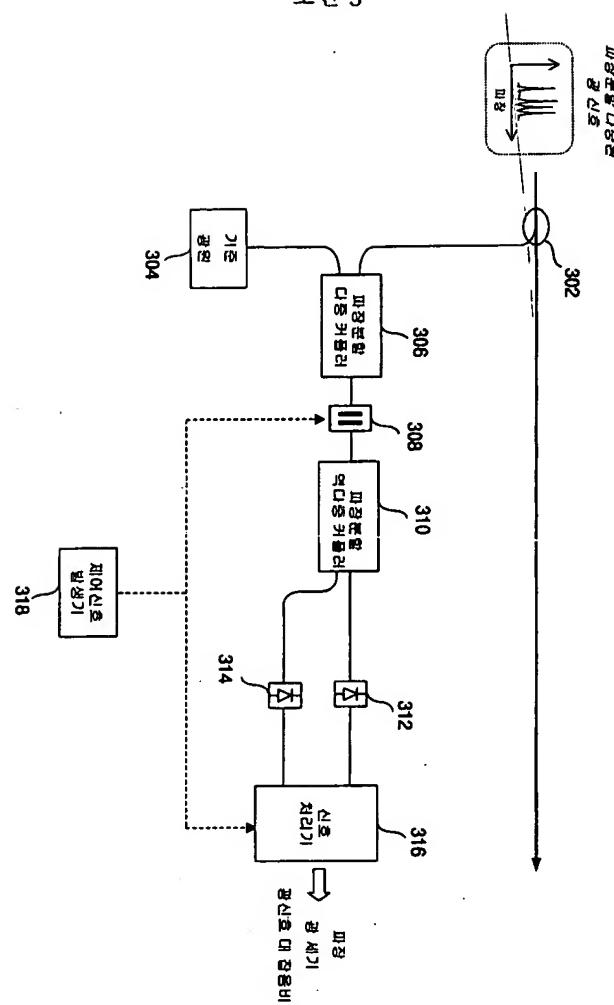


BEST AVAILABLE COPY

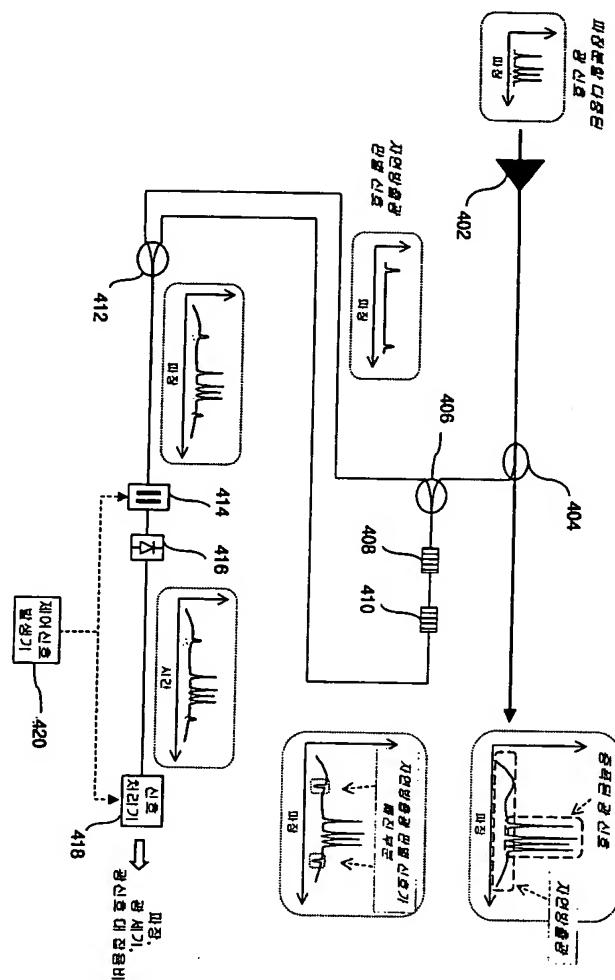
도면 2



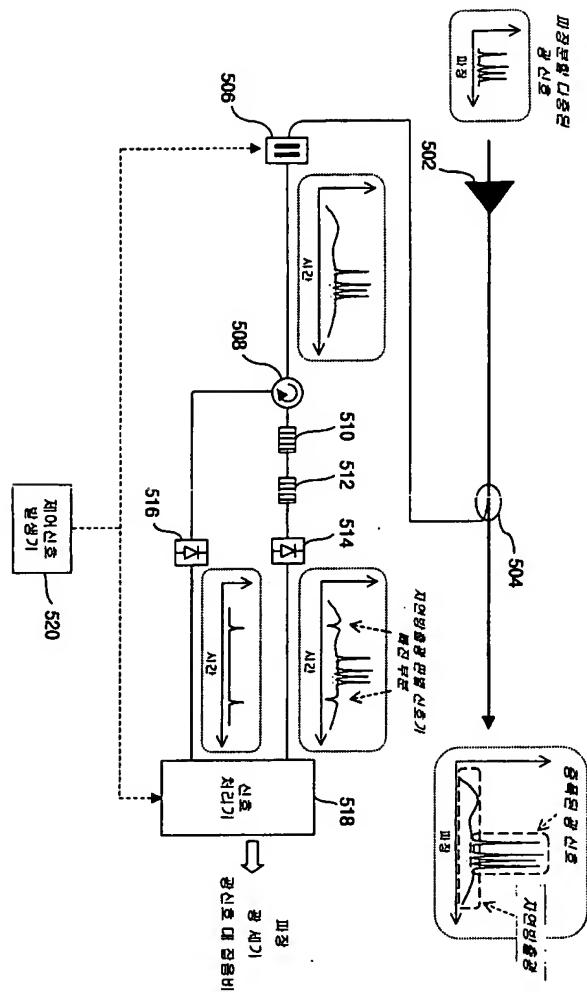
도면 3



도면 4



도면 5



REST AVAIL ABLE COPY

도면 6

